

неустойчивых просадочных грунтов в сухом и водонасыщенном состоянии. График компрессии соответствует деформационным свойствам, а график сдвига – прочностным свойствам.

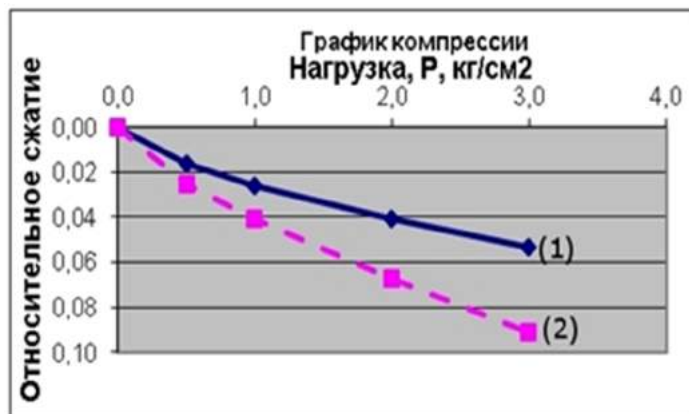


Рис. 2 График компрессии в сухом (1) и водонасыщенном (2) состоянии

Однако, в силу просадочности лессовых грунтов, возникают проблемы обрушения массива откоса склона при полном или частичном водонасыщении грунтов, за счёт значительного ухудшения значения расчетных параметров: сцепления, угла внутреннего трения и модуля деформации.

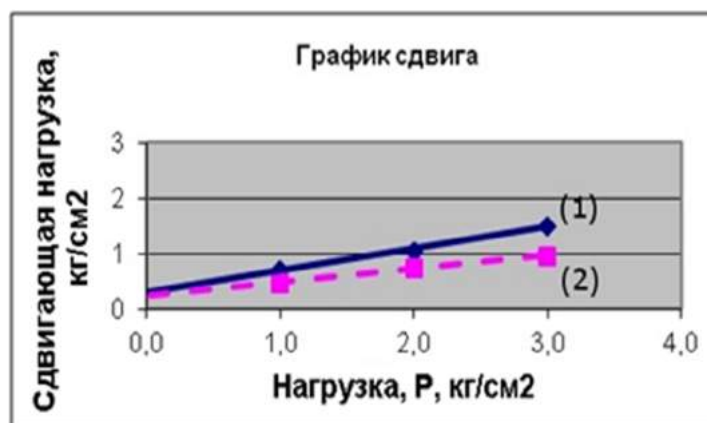


Рис. 3 График определения прочностных свойств в сухом (1) и водонасыщенном (2) состоянии

Расчёты устойчивости склона с применением программы PLAXIS показали, что в водонасыщенном состоянии откос является оползневым. Самыми неблагоприятными для устойчивости склона по физическим свойствам в состоянии полного водонасыщения грунтов являются структурно-неустойчивые суглинки [1,2].

Проведенное исследование показало, что просадочные лессовидные суглинки являются оползневыми и требуют закрепления грунтов и конструктивных решений (устройство анкеров, применение геосинтетики) при строительстве [3].

Литература

1. Механика грунтов, основания и фундаменты / Под ред. С.Б. Ухова. – М.: Издательство АСВ, 1994. – 566 с.
2. Устойчивость земляных откосов / Под ред. Я.Х. Хуана. – М.: Стройиздат, 1988. – 240 с.
3. Механика грунтов (краткий курс) / Под ред. Н.А. Цытовича. – М.: Высшая школа, 1983. – 228 с.

ВЫБОР МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД КАРЬЕРА КИМБЕРЛИТОВОЙ ТРУБКИ «НЮРБИНСКАЯ»

А.А. Баранова

Научный руководитель доцент М.В. Решетько

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Добыча алмазов на месторождении Накынского рудного поля (кимберлитовая трубка «Нюрбинская») сопровождается получением больших объемов промышленных стоков, переработка которых экономически нецелесообразна. Высоко минерализованные промышленные стоки, минерализация которых составляет 81,4 г/л, образующиеся при разработке месторождения, делают полигоны захоронения объектами повышенного

экологического риска. Одной из главных задач гидрогеоэкологии при глубинном захоронении промышленных стоков является сохранение природных функций геосферы на уровне, обеспечивающем безопасную жизнедеятельность человеческого сообщества.

Цель работы – обоснование выбора наиболее экологически безопасного метода утилизации дренажных вод карьера кимберлитовой трубки «Нюрбинская».

Группа предприятий АЛРОСА — это группа российских компаний, занимающая первое место в мире по объему производства природных алмазов и располагающая крупнейшими в мире доказанными запасами алмазов. Основным видом деятельности предприятий является разведка, добыча и реализация природных алмазов. На алмазодобывающих предприятиях группы осуществляется полный цикл производства алмазного сырья — от геологоразведки, добычи алмазов, их обогащения, сортировки до сбыта продукции [4].

В административном отношении данная территория расположена на севере Нюрбинского улуса республики Саха (Якутия) с центром в г. Нюрба, отстоящим от объекта работ на 205 км к юго-востоку. Вахтовый п. Накын находится на крайнем северо-западе Якутии. От г. Мирного рассматриваемая территория удалена на 320 км на север. Вблизи района работ населенные пункты отсутствуют.

Трубка «Нюрбинская» открыта в 1996 г. и разведана скважинами колонкового бурения. Трубка относится к числу полностью погребенных кимберлитовых тел, перекрыта толщей рыхлых и слабосцементированных мезозойских отложений, сложенных песчано-алевритисто-глинистыми породами, а у дневной поверхности – современными элювиально-делювиальными образованиями. Разработка месторождения ведется открытым способом. В 2013 году приблизительная глубина карьера составила 255 м. Анализ проектных решений предполагает, что разработка открытым способом может вестись до глубины примерно в 570 м [1].

Сплошное развитие межмерзлотных пород (ММП) по району мощностью 355–560 м, геологическое строение, наличие зон разломов, развитие траппового и кимберлитового магматизма оказывают определенное влияние на гидрогеологические условия территории. По взаимоотношению подземных вод к ММП на территории кимберлитового поля выделяются надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные подземные воды. На условия открытой отработки месторождения трубки «Нюрбинская» заметное влияние будут оказывать воды межмерзлотного и подмерзлотного водоносных комплексов. По химическому составу межмерзлотные воды хлоридные кальциево-магниевого; по минерализации (5,4–118 г/л) относятся к соленым водам и рассолам, обладающими слабой щелочной реакцией и агрессивностью по отношению к бетону и металлам. Воды подмерзлотного водоносного комплекса относятся к хлоридным кальциевым рассолам с минерализацией до 324 г/л. Воды агрессивные по отношению к металлам и бетону. [2]

Для утилизации жидких отходов требуется либо отведение земель под строительство специальных бассейнов – хранилищ, либо дополнительное производство по переработке или очистке. Нами исследованы возможности нескольких методов утилизации подземных вод. Первый вариант утилизации это сброс промышленных стоков в речную сеть (р. Марха), но это требует их разбавления и очистки от загрязняющих компонентов до допустимых концентраций. Это потребует строительства специальных водоочистных сооружений, создания систем разбавления, сети трубопроводов, утилизации отходов водоочистки, постоянного технологического контроля, мониторинга поверхностных вод и др.[3] Все это делает данный вариант малопривлекательным в экономическом отношении. Кроме того, достаточно рискованным в экологическом смысле, так как р. Марха для сел Малыкай, Мальжагар, Чукар, Егольжа, Киров, Жархан и Маар является единственным источником питьевого водоснабжения.

Вторым вариантом является накопление дренажных вод в естественных или искусственных инфильтрующих водоемах, и/или закачка в горизонты зон распространения пресных и соленых подземных вод (как это делается при разработке кимберлитовых трубок «Удачная» и «Мир»).

Осуществление этого варианта возможно лишь при обязательном выполнении некоторых условий: 1) присутствии в разрезе трещинных зон тектонических дислокаций или гидрогеологических окон; 2) размещении зачекки в гидродинамических зонах нисходящей фильтрации (зонах питания), приуроченных к водоразделам, на максимальном удалении от постоянно действующих водотоков; 3) наличии в зоне захоронения коллекторов, гравитационная емкость которых способна вместить суммарный объем стоков, требующих захоронения.[3] Данный вариант весьма перспективный и дешевый, но требует для своей реализации хорошей гидрогеологической изученности.

Третий вариант это «глубинное» подземное захоронение промышленных стоков. Понятие «глубинное», достаточно условное, поскольку речь идет о захоронении стоков в зонах затрудненного и застойного гидродинамического режима на глубинах от 200-300 до 1000-1500 м. Выделение подземных водоносных горизонтов, пригодных для захоронения промышленных стоков, осуществляется по комплексу гидрогеохимических и гидродинамических признаков – это горизонты, которые обладают приемлемыми фильтрационно – емкостными свойствами, залегают в зоне распространения соленых и рассольных вод, не имеющих промышленного или бальнеологического значения.

Возможность использования криогенных геологических структур и подмерзлотных водоносных горизонтов в криолитозоне для захоронения минерализованных вод зависит от региональных мерзлотно-гидрогеологических условий, определяющих закрытость природных резервуаров, характер обмена подземных и поверхностных вод, фильтрационно-емкостные свойства поглощающего криогенного или водоносного горизонта, а также от мощности и проницаемости пород перекрывающего мерзлого экрана. Наиболее благоприятными для этих целей являются участки криолитозоны, изолированные от влияния поверхностных факторов и приуроченные главным образом к зонам тектонических нарушений, а для водонасыщенных

подмерзлотных толщ осадочного чехла, кроме этого – характеризующихся замедленным водообменом или застойным режимом подземных вод. [2]

Выбор участков геологической среды в Якутской алмазонасной провинции при поисковых и разведочных работах и последующее строительство полигонов захоронения с высокой приемистостью скважин связаны с существующей трещинной пустотностью и проницаемостью толщ пород, которые зависят, в первую очередь, от структурно-тектонических условий массивов разных интервалов осадочного чехла.

Влияние зон разрывных нарушений на проницаемость толщ горных пород, в том числе и мерзлых, может иметь противоположное значение. В большинстве случаев по разрывным нарушениям происходит основная разгрузка подземных вод, особенно в условиях криолитозоны. В некоторых случаях разломы, наоборот, играют роль слабо или непроницаемого экрана с присущими им функциями водоупора. Однако практическое использование трещинных зон осадочных толщ криолитозоны как резервуара с определенной гравитационной или образующейся деформационной емкостью – вполне эффективное решение экологических проблем для разных регионов распространения ММП.

Морфологические особенности и параметры простираения грабена в зоне Ботуобинского разлома определены по данным геолого-геофизических работ и уточнены бурением скважин по настоящему объекту (скважины 4С, 5С, 6С, 7С, 8С) [2]. Протяженность грабена на участке Ботуобинский составляет 2,6 километра, ширина грабена до 400 м, амплитуда смещения от 70 до 90 м. (абсолютные отметки кровли чаргольской свиты 70–85 м). Дайка долеритов по скважине 6С вскрывалась на глубине 154,1 м. В разрезе скважины 7С долериты проявлены на глубине 283,0 м, мощность вскрываемой части дайки 14,0 м. [2]

Согласно результатам лабораторных определений коллекторских свойств (глубина отбора образца 290 м) долериты обладают пористостью 0,48 %. Коэффициент остаточной водонасыщенности долеритов составляет 92,7 % [2].

Фильтрационно-емкостные характеристики пород грабена по данным проведенных гидрогеологических исследований (наливы по скважинам 5С и 6С) относительно хорошие, что позволяет рекомендовать и использовать его в качестве криогидрогеологической структуры для захоронения дренажных вод [2]. При необходимости и в перспективе для дополнительных полигонов вблизи месторождений, объекты поиска структур для захоронения дренажных вод могут быть участки, где мощность ордовикских отложений составляет не менее 100 м, а вмещающие породы нарушены разломными структурами, зонами дробления и трещиноватости.

Исследование корреляционных показателей отложений по данным ГИС показывают, что в разрезе кембрийских отложений участка «Ботуобинский» фильтрационно-ёмкостными свойствами могут обладать пласты 40–42 в интервале залегания 164,0–271,2 м. До глубины 226,0–239,1 м толщ пород не обводнены. [2]

По материалам обобщения и анализа, ранее проведенных геолого-геофизических работ в радиусе 10 км от трубки «Нюрбинская» Ботуобинской ГРЭ был определен участок, рекомендуемый для постановки поисково-оценочных работ для захоронения дренажных вод. Участок расположен в зоне сочленения Аномального и Ботуобинского разломов на расстоянии 5 км на северо-восток от трубки «Нюрбинской». Ботуобинский разлом по результатам геофизических исследований представляет собой грабен шириной до 400 м и амплитудой сброса до 30–100 м и предлагается в качестве перспективной структуры для закачки дренажных рассолов. Аномальный разлом будет являться дополнительной зоной поглощения закачиваемых дренажных вод при их растекании по направлению к трубке «Нюрбинская».

Исходя из вышеизложенного, наиболее целесообразным является метод «глубинного» подземного захоронения промышленных стоков. Так как, грабен в зоне Ботуобинского разлома не содержит подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевых нужд и представляющих ценность в лечебном отношении. Так же, поглощающий горизонт характеризуется высокими емкостными и фильтрационными параметрами (высокими коэффициентами пористости и проницаемости). Таким образом «глубинное» захоронение промышленных стоков является природоохранным мероприятием, направленным на предотвращение загрязнения земной поверхности, открытых водоемов и подземных вод питьевого качества.

Литература

1. Алексеев С.В. Криогидрологические системы Якутской алмазонасной провинции. – Новосибирск: Академическое издательство «ГЕО», 2009. – 319 с.
2. Коваленко А. А., Митрофанов А. В. ПРОЕКТ по объекту «Карьер Нюрбинский». Полигон захоронения дренажных вод», 2010. – 109 с.
3. Трифонов Н.С. Гидрогеологические особенности Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазоаккумуляции в связи с вопросами утилизации подтоварных и сточных вод: диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.07 / Трифонов Николай Сергеевич; [Место защиты: Том. политехн. ун-т].- Томск, 2012. – 159 с.
4. Официальный сайт компании «АЛРОСА». [Электронный ресурс].- URL: <http://www.alrosa.ru/>